

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)5月22日

F 03 D 3/06

6943-3H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 螺旋翼式垂直軸風車

⑯ 特 願 昭58-199047

⑰ 出 願 昭58(1983)10月26日

⑱ 発 明 者 塚 本 守 昭 日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外3名

明 細 書

発明の名称 螺旋翼式垂直軸風車

特許請求の範囲

1. 垂直に配置された回転軸と、該回転軸に接続された1枚以上のロータ翼とより成る垂直軸風車において、該ロータ翼を該回転軸まわりに螺旋状にひねった螺旋状ロータ翼としたことを特徴とする螺旋翼式垂直軸風車。

2. 特許請求の範囲第1項において、該ロータ翼枚数をN、正の整数をnで表わしたとき、該螺旋状ロータ翼のひねり角 α を、

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \times n$$

としたことを特徴とする螺旋翼式垂直軸風車。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は垂直軸風車に係り、特に小形の風力発電装置や風力ポンプ等を使用するに好適な垂直軸風車に関する。

〔発明の背景〕

従来の垂直軸風車の代表的なものとして2枚または3枚のロータ翼をもつサボニウス風車がある。サボニウス風車は構造が簡単で起動性がよく、かつ風向変化の影響が少ないなどの利点を有しているが、風車の回転角 θ によりロータ翼に対する風の作用程度が異なる。そのため風車の回転角 θ により回転トルクが変動するとともに、風車全体に作用する風の抗力も変動するので風車の振動が大きく、安定な運転が困難であるという欠点を有していた。この欠点を改善する目的でなされた従来の方法として、第1図に示すサボニウス風車(日本機械学会、精機学会共催、日立地方講演会論文集、昭和53年9月)がある。この風車は第1図に示すようにサボニウス風車を上下2段重ねとし、上段ロータ翼1と下段ロータ翼2を回転角 θ 方向に 90° ずらして配置したものである。なお、第1図の3、4及び5は端板、6及び7は回転軸である。第2図には、第1図の風車の回転角 θ に対する静トルク係数C_sを放射方向にとった静トルク分布を示す。同図より、サボニウス風車を2段

重ねとしても静トルク係数 C_s の最大と最小は4個所に生じ、かつ静トルク係数 C_s の最大値 C_{sH} と最小値 C_{sL} の比 C_{sH}/C_{sL} は2以上と大きく、回転トルクの変動は十分小さくなっていない。この回転トルクの変動を十分小さくするためには、さらに風車を10段以上の多段に重ねることが考えられるが、第1図の構造では、多段化に際して以下の欠点を有している。(1)各段を接続するために中間の端板4が必要であり、風車重量の増加とともに回転時の抵抗となり、コストを増加させるとともに風車効率を低下させる。(2)各段の接続に際して、各段間の回転中心がくるいやすく、振動の原因となる。(3)各段接続部の中間の端板4により、各段間の空気の流れが防げられ、風車効率が低下する。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点をなくし、垂直軸風車を多段に構成することなくトルク変動及び抗力変動が小さく、かつ風車効率の高い垂直軸風車を提供することにある。

—A断面、B—B断面、C—C断面、D—D断面、及びE—E断面を示す断面図である。第3図において、11、12は一对の螺旋状ロータ翼、13、15はそれぞれ上部及び下部端板、16、17は回転軸である。2枚の螺旋状ロータ翼11、12は回転軸16、17を結ぶ風車回転軸まわりにそれぞれ180°のひねり角 α を持ち、かつその風車回転軸に軸対称に配置されている。この2枚の螺旋状ロータ翼11、12は上部及び下部でそれぞれ端板13、15に固定されている。回転軸16、17はそれぞれ端板13、15に固定されている。第1図の風車の軸方向各点の断面は、第4図に示すように、最上部のA—A断面形状が180°回転して最下部のE—E断面形状となる。

螺旋状ロータ翼の材質は、軽量でかつ強度の高いFRPを使用しているが、アルミ合金等でも可能である。

以下、本発明の螺旋翼垂直軸風車の動作特性を説明する。第5図は第3図の風車の回転角 θ に対する静トルク係数 C_s を放射方向にとつた静トル

〔発明の概要〕

上記の目的を達成するため本発明では、ロータ翼を風車回転軸まわりに螺旋状に一体成形したロータ翼として、このとき、この螺旋状ロータ翼のひねり角 α は、風車ロータ翼枚数を N としたとき、

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \times n$$

ただし、 n は正の整数

としている。このことより、風車の回転角 θ によらず、 N 枚の螺旋状ロータ翼に作用する回転トルク及び風車全体に作用する抗力は一定となり、振動の少ない安定な運転が可能となる。また螺旋状ロータ翼に入射後の風は、その一部が螺旋状ロータ翼に沿って流れ、風車の回転を助ける方向に作用するので、風車効率を高めることができる。

〔発明の実施例〕

以下本発明を実施例により詳細に説明する。第3図は本発明の螺旋翼式垂直軸風車の一実施例を示す構造図である。また、第4図は、第3図のA

ク分布の測定値である。ここで静トルク係数 C_s は、次式で表わされる。

$$C_s = \frac{T_s}{1/2 \rho U^2 A_s R} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、

C_s = 静トルク係数

T_s = 静トルク

ρ = 空気密度

U = 風速

A_s = 風車投影面積 (A_s が回転角 θ によつて変わる場合は、その最大値をとる)

R = 風車回転半径

第5図より、静トルク係数 C_s は回転角 θ によらず、ほぼ一定となる。これは、風を受けて風車を回転させる方向にトルクを受ける動力翼21(第5図)と逆に、制動する方向にトルクを受ける制動翼22(第5図)の面積の割合が、本発明の螺旋翼式垂直軸風車では回転角 θ によらず一定となるためであり、トルク変動のほとんどない安定な

運転が可能である。また、本風車では風車の投影面積も回転角 θ によらず一定であり、風速がほぼ一定であれば風車全体に作用する抗力もほとんど変動せず安定な運転が可能である。さらに、静トルクが回転角 θ によらないことから、風車停止時にどちらの方向から風が吹いてもすみやかに起動可能である。

通常、自然風はたえずその風向が変動する。この風向変動時、従来の第1図に示す風車では風向に対する相対的な回転角が変動することにより、トルク及び抗力が変動し、風向の変動も振動の原因となる。一方、本発明の第3図の風車では、風向が変動してもトルク及び抗力は変動しないので、風向変動に対しても安定に運転できる。

第6図は本発明の第3図に示した風車の出力特性を第1図の従来の風車に比較して示したものである。第6図において縦軸は風車出力係数 C_p 、横軸は周速比 ϕ である。ここで、風車出力係数 C_p と周速比 ϕ は次式で定義される量である。

$$C_p = \frac{P}{1/2 \rho U^3 A_s} \quad \dots\dots (2)$$

$$\phi = \frac{RW}{U} \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

C_p = 風車出力係数

P = 風車出力

ρ = 空気密度

U = 風速

A_s = 風車投影面積

ϕ = 周速比

R = 風車回転半径

W = 風車回転角速度

第6図において、黒丸で示した31は第1図の従来の風車の出力特性、白丸で示した32は第3図の本発明の風車の出力特性の代表例である。第6図より、本発明の風車の出力特性31は、従来の風車の出力特性32に比較して最大出力係数 C_p は10%以上大きくなり、かつ出力係数 C_p の大きい周速比範囲も広くなっている。この理由

は、第1図の従来の風車と第3図の本発明の風車のロータ翼形状の差異によるものである。すなわち、第1図の従来の風車のロータ翼1及び2は長さ方向に直線状であり、かつ上段ロータ翼1と下段ロータ翼2は端板4で仕切られている。そのため、動力翼、例えばロータ翼2の腹部に入射した風は、その一部はロータ翼2の後縁部を通つて制御翼(ロータ翼2と対をなすもう1枚のロータ翼)の腹部へ逃げ、他の一部の風は動力翼の前縁部から逃げるが、上下方向へはロータ翼が垂直であることや端板4等により逃げにくく、制動翼に負のトルクを付加するように作用する。そのため風車の出力係数が低下する。

一方、本発明の風車では第3図に示すように、ロータ翼11、12がなめらかな螺旋状に構成されている。そのため、本発明では1枚のロータ翼の中に動力翼として働く部分と制動翼として働く部分があり、動力翼と制動翼の明確な区別は困難であるが、風車軸方向のある断面で見れば、ロータ翼11が動力翼として働く場合には、もう一枚

のロータ翼12は制動翼として働くことになる。したがって本発明の風車の動力翼部分に入射した風は、従来の風車の場合と同様に、その一部の風は動力翼の後縁部を通つて制動翼の腹部へ逃げ、他の一部の風は動力翼の前縁部から逃げる。さらに本発明の風車ではロータ翼がなめらかな螺旋状に構成されていることにより、動力翼部分に入射した風のかかりの部分が、螺旋状のロータ翼に沿つて逃げることになり、この逃げる風も風車に回転トルクを与える方向に作用する。

さらに、制動翼部背部にある風もロータ翼の螺旋に沿つて逃げ、動力翼部の腹部に入射して風車に回転トルクを与える方向に作用する風が従来の直線状のロータ翼をもつ風車に比較して多くなる。

これらの効果により、本発明の風車の出力係数 C_p を高くすることができる。

第7図は本発明の他の実施例を示すもので、第3図と異なるのは、螺旋状ロータ翼を41のみの1枚としたことである。このときは螺旋のひねり角 α は360°としている。この実施例では、ロー

タ翼の枚数が少ないことにより回転トルクは小さくなるが、高速回転可能となり、発電等の用途に適するという効果がある。

第8図は、本発明の他の実施例を示すもので、第3図と異なるのはジャイロミル形風車に螺旋状ロータ翼を取りつけたことである。第8図において、51及び52は螺旋状ロータ翼であり、それぞれのロータ翼51及び52のひねり角 α は180°である。この1対のロータ翼51, 52は回転軸53に54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61の各支持棒により固定されている。第8図のF-F断面を第9図に示す。ロータ翼51, 52の断面形状は、第9図に示すように翼形をしており、この翼形としてはNACA0012形などが適当である。

ジャイロミル形風車は前に説明したサボニウス風車とは異なつた空力作用により回転する。すなわち、サボニウス風車ではロータ翼の動力翼部と制動翼部にそれぞれ作用する風の抗力の差によりトルクを得て回転する。一方、ジャイロミル形風

車では断面が翼形をしたロータ翼に作用する揚力によつてトルクを得て回転する。しかし、ジャイロミル形風車においても風車の回転角 θ によりロータ翼に作用する揚力の大きさ及び方向が変化し、トルク変動を避けることができない。第9図でロータ翼の位置が回転角 $\theta = 90^\circ, 270^\circ$ のとき最小揚力を受け、 $\theta = 0^\circ, 180^\circ$ のとき最大揚力を受ける。しかし、第8図に示した本実施例のごとく、ロータ翼を螺旋状とすることによりロータ翼に作用するトルク変動の位置を分散させることにより風車全体に作用するトルク変動を小さくすることができ、振動の少ない安定した運転が可能となる。

なお、以上説明した実施例では、螺旋状ロータ翼のひねり角 α は、ロータ翼枚数が1枚のときには $\alpha = 360^\circ$ 、ロータ翼枚数が2枚のときは $\alpha = 180^\circ$ としたが、一般にロータ翼枚数をN、正の整数をnとしたとき、次式で表わされるひねり角 α とすれば、同様の効果が得られる。

$$\alpha = \frac{360^\circ}{N} \times n \quad \dots\dots (4)$$

また、螺旋の方向は右ねじ方向でも、左ねじ方向でもよい。

〔発明の効果〕

以上説明したごとく、本発明によれば、風車のロータ翼を回転軸まわりに螺旋状に構成することにより、トルク変動及び抗力変動がほとんどなくなり、振動の少ない安定した運転が可能となるとともに風車の効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

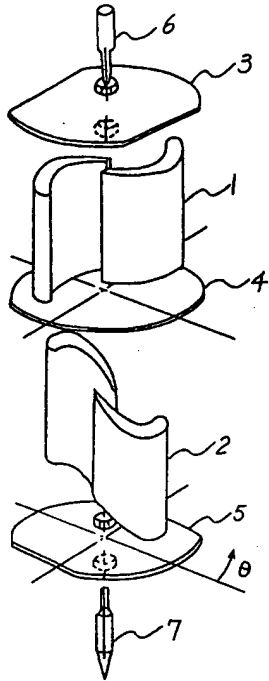
第1図は従来2段式サボニウス風車の構造図、第2図は第1図の風車の静トルク特性を示す説明図、第3図は本発明の風車の一実施例を示す構造図、第4図は第3図の風車の軸方向各位置のロータ翼形状を示す断面図、第5図は第3図に示した本発明の風車の静トルク特性を示す説明図、第6図は第1図の風車と第3図の風車の出力特性を示す説明図、第7図は本発明の風車の変形例を示す構造図、第8図は本発明の風車の他の変形例を示

す構造図、第9図は第8図の風車のF-F断面図である。

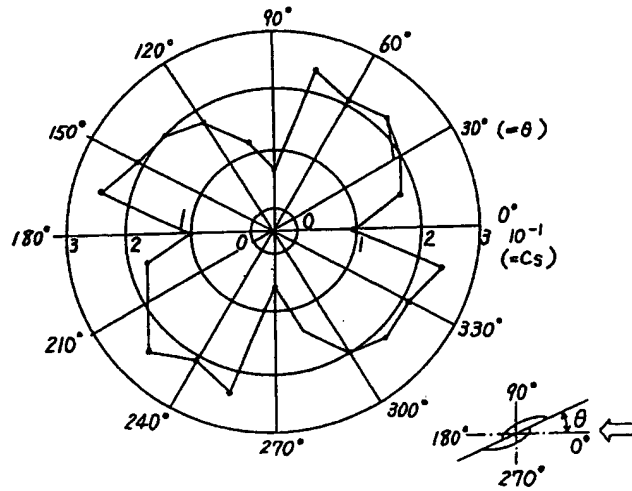
1…上段ロータ翼、2…下段ロータ翼、3, 4, 5…端板、6, 7…回転軸、11, 12…螺旋状ロータ翼、13, 15…端板、16, 17…回転軸、41…螺旋状ロータ翼、42, 43…端板、44, 45…回転軸、51, 52…螺旋状ロータ翼、53…回転軸、54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61…支持棒、 α …螺旋状ロータ翼のひねり角、 θ …風車の回転角、C₁…静トルク係数、C₂…風車出力係数、N…ロータ翼枚数。

代理人 弁理士 高橋明夫

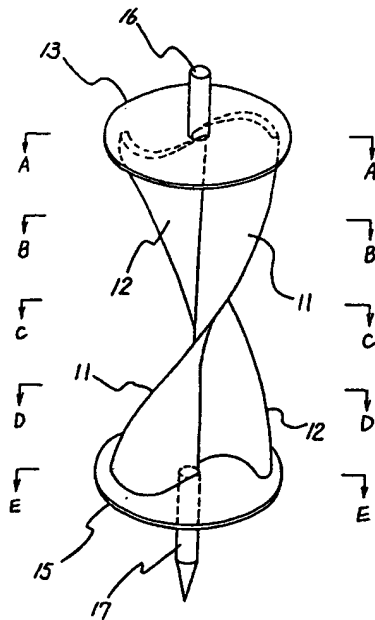
第1図



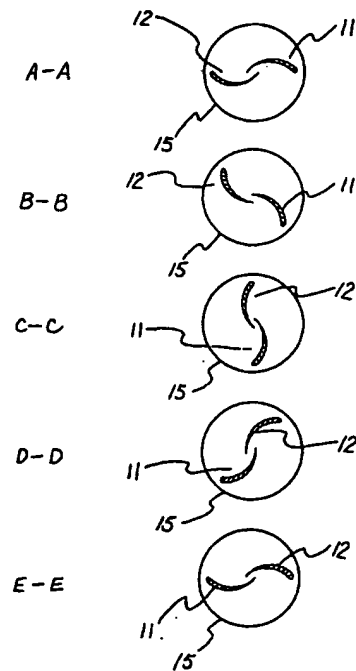
第2図



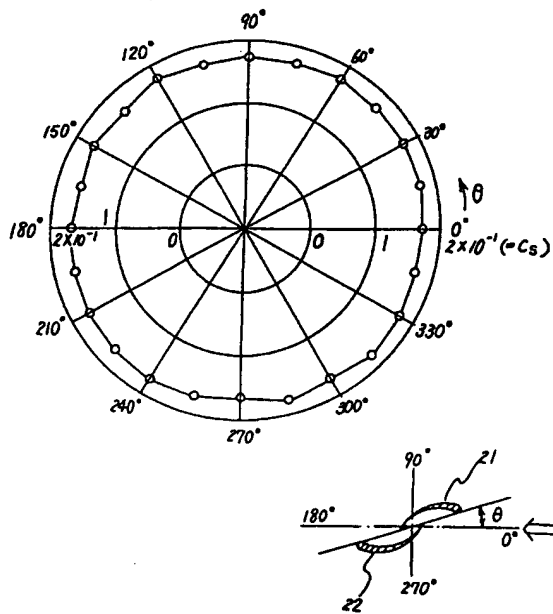
第3図



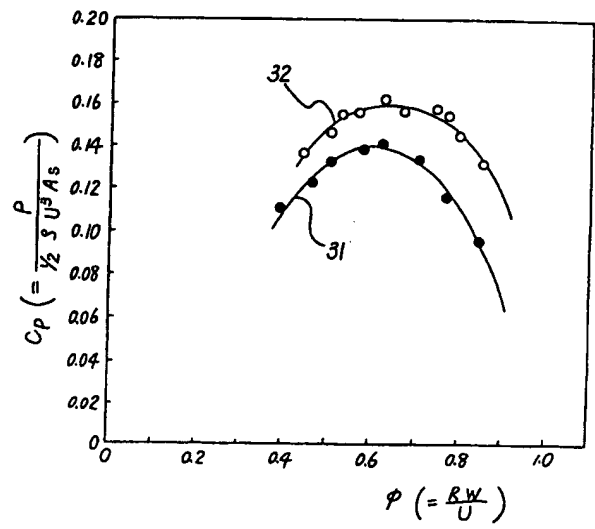
第4図



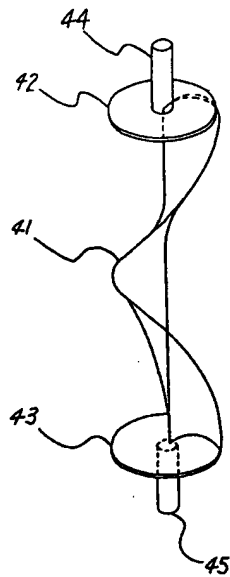
第5図



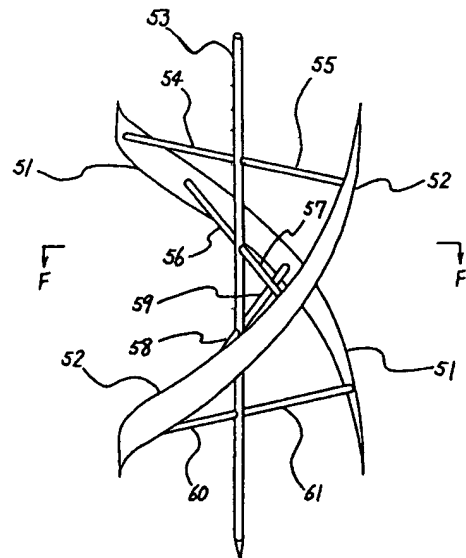
第6図



第7図



第8図



第9図

